

Таким образом, можно сделать вывод, что биологическая анаэробная технология переработки сточных вод имеет более низкие эксплуатационные затраты, а использование биогаза позволит сократить потребление пара или электроэнергии на 10-15 %.

Список использованных источников

1. Гюнтер Л. И., Гольдфарб Л. Л. Метантенки. М. : Стройиздат, 1991. 128 с.
2. Гюнтер Л. И. Роль углеводов, жиров и белков в газообразовании при сбраживании канализационных осадков в метантенках // Городская канализация: сб. научн. тр. М.-Л. : ОНТИ АКХ им. К.Д. Памфилова, 1961. Вып. VI. С. 158-170.
3. Чеботаева М. Очистка сточных вод / пер. с нем. СПб. : Новый журнал, 2013. 496 с.
4. Прикладная экобиотехнология: учебное пособие: в 2 т., т. 1 / А. Е. Кузнецов. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 629 с.

УДК 621.311

Пожиганов А. Н., Ключев Р. В.
Северо-Кавказский горно-металлургический институт
kluev-roman@rambler.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ УСИЛЕНИЯ АРВ СИЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ВЫВОДАХ СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ДЛЯ МАЛЫХ ГЭС

Аннотация. В работе изложено краткое описание методики расчета области устойчивых значений коэффициентов усиления по отклонению напряжения на выводах синхронных генераторов (СГ) малых ГЭС (МГЭС) для АРВ пропорционального действия (ПД) и по первой производной отклонения угла для АРВ сильного действия (СД) с использованием математической среды MathCad.

В условиях горных территорий для обеспечения промышленных и бытовых потребителей электроэнергией наиболее перспективным направлением развития электроэнергетики является использование возобновляемых источников, в первую очередь, гидроресурсов. РСО-Алания, субъект СКФО, обладает значительным потенциалом высокогорных рек, что обуславливает строительство малых ГЭС (МГЭС). Перед строительством МГЭС необходимо исследование ее водно-энергетических режимов и устойчивости работы СГ, которые должны быть оснащены автоматическими регуляторами напряжения (АРВ) пропорционального действия (ПД) или АРВ сильного действия (СД). Важнейшим параметром системы АРВ ПД является коэффициент усиления системы АРВ по напряжению k_U . При применении АРВ ПД отечественного производства значение k_U должно задаваться заказчиком, а, на практике, устанавливается по параметрам настройки АРВ на тест-модели СГ мощностью от 2000 до 100000 МВт, обычно в пределах: $k_U=15\div 50$. Для решения важной и актуальной задачи обеспечения

статической и динамической устойчивости работы СГ разработана методика, позволяющая построить область устойчивых значений k_U регулятора АРВ по отклонению напряжения ΔU_T и по первой производной отклонения угла на выводах СГ МГЭС и проверить соответствие устанавливаемых k_U этой области [1-5].

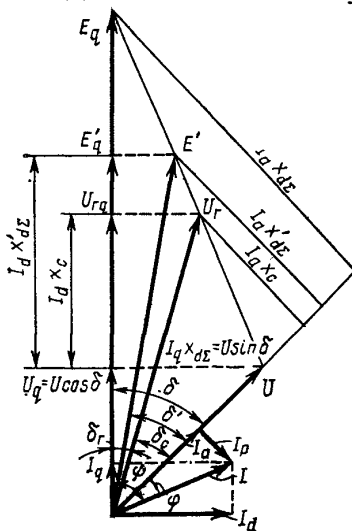


Рис. 1. Векторная диаграмма неявнополюсного СГ

$$k_{3 \max}(\delta) = \frac{k_{U \max}(\delta) - k_U}{k_{II}} \cdot 100\% \geq 40\%; \quad (1)$$

где $k_{U \max}(\delta)$, $k_{U \min}(\delta)$ – предельные значения коэффициентов усиления, определяющих область устойчивости работы системы при углах δ ;

Если значения коэффициентов $k_{3\max}(\delta) \geq 40\%$, $|k_{3\min}(\delta)| \geq 40\%$, то устойчивость системы обеспечивается.

полностью описывающего переходные процессы в электрической системе, проведены расчеты коэффициентов характеристического уравнения (a_i) и единичных добавок, математически отражающих эффект АРВ (Δa_i):

$$a_0 p^4 + a_1 p^3 + (a_2 + \Delta a_2) p^2 + a_3 p + (a_4 + \Delta a_4) = 0, \quad (3)$$

Упрощенная структурная схема замещения АРВ СД при $T_p=0$ представлена на рисунке 2.

Из структурной схемы (рис. 2) следует, что значение:

$$\Delta E_{qe} = \frac{1}{1 + pT_e} [k_{0U} \cdot \Delta U_r + k_{0f} \cdot \Delta f], \quad (4)$$

где T_e – постоянная времени обмотки возбуждения возбудителя, с;

$\frac{1}{1 + pT_e}$ – передаточная функция регулятора.

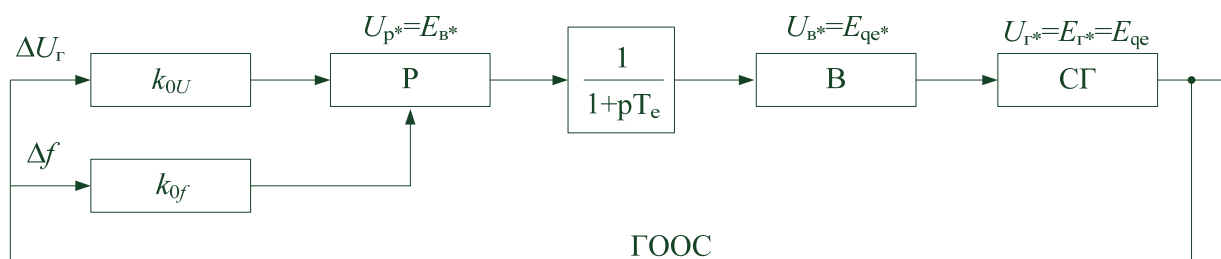


Рис. 2. Упрощенная структурная схема замещения АРВ СД

Характеристическое уравнение системы АРВ СД имеет вид:

$$D(p) = a_0 p^4 + a_1 p^3 + (a_2 + \Delta a_2) p^2 + (a_3 + \Delta a_3) p + (a_4 + \Delta a_4) = 0. \quad (5)$$

Сравнение характеристических уравнений системы с АРВ ПД (3) и с АРВ СД (5) показывает, что единичной добавкой, математически отражающей эффект АРВ СД является добавка Δa_3 , равная: $\Delta a_3 = k_{0f} b_1$, где k_{0f} – коэффициент усиления регулятора по первой производной угла δ ($p\delta = \Delta f$).

Полученные при расчете АРВ ПД значения коэффициентов характеристического уравнения (3) a_i и единичных добавок Δa_i используются при расчете коэффициента усиления k_{0U} для АРВ СД. Применение АРВ ПД и АРВ СД значительно повышают максимальную (предельную) мощность генераторов P_{\max} и запас статической устойчивости системы по мощности $k_3(P)$.

Разработанная методика расчета устойчивости электрической сети МГЭС в системе АРВ ПД и АРВ СД рекомендуется к использованию на МГЭС горных территорий.

Работа выполнена при поддержке проекта № 3851 «Методика оценки и рациональное использование сырьевых, водных и биологических ресурсов в техногенной зоне РСО-Алания», выполняемого в рамках базовой части государственного задания.

Список использованных источников

1. Васильев И. Е., Ключев Р. В., Долганов А. А. Разработка научно-технических основ расчёта функционирования и управления малыми гидроэлектростанциями (МГЭС) // Устойчивое развитие горных территорий. 2013. № 3 (17). С. 5–9.

2. Васильев И. Е., Ключев Р. В., Долганов А. А., Галкина О. Ю. Методика и расчет установившегося режима работы МГЭС без промежуточного отбора мощности в электрической сети // Устойчивое развитие горных территорий. 2014. № 1 (19). С. 30–36.

3. Васильев И. Е., Ключев Р. В., Долганов А. А., Галкина О. Ю. Методика и расчет установившегося режима работы МГЭС с промежуточным отбором мощности в электрической сети // Устойчивое развитие горных территорий. 2014. № 2 (20). С. 37-42.

4. Васильев И. Е., Ключев Р. В., Долганов А. А. Исследование и расчет устойчивости работы высокогорных малых гидроэлектростанций (МГЭС) // Устойчивое развитие горных территорий. 2011. № 3 (9). С. 50–58.

5. Васильев И. Е., Васильев Е. И., Ключев Р. В. Исследование системы АРВ на генераторах МГЭС в условиях горных территорий // Устойчивое развитие горных территорий. 2015. № 3 (25). С. 56-53.

УДК 62-67

Раздобреева А. С., Бирюзова Е. А.
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
anya.razdobreeva@mail.ru

СОЛНЕЧНЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ

Аннотация. Системы солнечного теплоснабжения становятся все более популярными во многих странах мира. В данной работе изложено, в какой мере эффективен этот способ получения энергии и насколько он применим в различных странах мира.

Солнечные коллекторы преобразуют солнечную энергию в тепловую. Они являются составной частью термической солнечной установки, применяемой для нагрева хозяйственно-питьевой воды и отопления.

Коллектор поглощает солнечное излучение и превращает его благодаря поглотителю (например, темный листовый металл) в тепло.

Тепло поглощается жидкостью теплоносителем, которая течет по медным трубам в поглотитель. Затем тепло по теплообменнику передается хозяйственно-питьевой воде (рис. 1) [4].

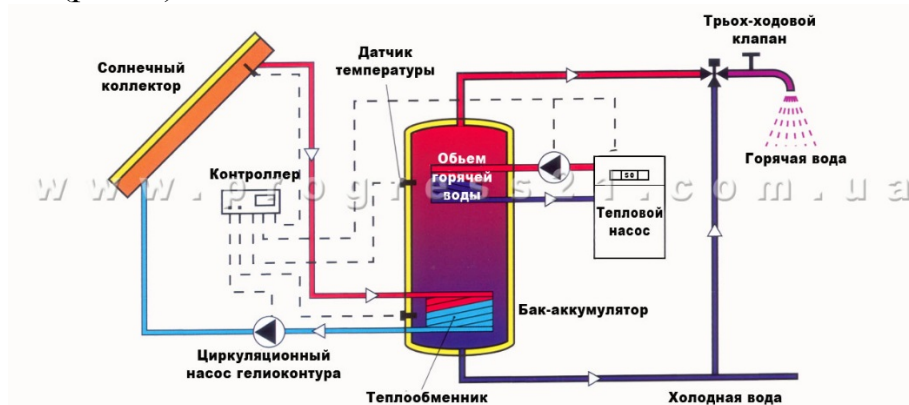


Рис. 1. Схема гелиосистемы